

БДК 551.481.1

А. М. ПЛЮСНИН, Е. Г. ПЕРЯЗЕВА

Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОЗЕР ЕРАВНИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Рассмотрены особенности формирования ресурсов и химического состава поверхностных вод в Еравнинской котловине. Показано, что на гидрогеохимический облик озер большое влияние оказывают разрывные нарушения. При эксплуатации Озерного полиметаллического месторождения в наибольшей степени будут подвержены загрязнению озера Бол. Сурхэбт, Гунда, Мал. Еравное.

Ключевые слова: озера, поверхностный и подземный сток, разломы, техногенез, загрязнение.

We examine some special features inherent in the formation of resources and chemical composition of the surface waters in the Eravninskaya depression. It is shown that dislocations with a break in continuity have a considerable influence on the hydrochemical behavior of the lakes. Lake Bol. Surkhebt, Lake Gunda and Lake Mal. Eravnoe will experience the greatest exposure to pollution caused by the operation of the Ozyornoe polymetal deposit.

Keywords: lakes, surface runoff, subsurface flow, faults, technogenesis, pollution.

© 2012 Плюснин А. М. (plyusnin@gin.bscnet.ru), Перязева Е. Г.

ВВЕДЕНИЕ

В Республике Бурятия полностью подготовлено к разработке одно из самых крупных полиметаллических месторождений России — Озерное. [1]. Однако остается до конца не выясненным вопрос о долгосрочном влиянии этого производства на состояние среды близлежащей территории. В частности, необходимо установить степень воздействия этого объекта на уникальную систему озер Еравнинской котловины, выявить наиболее уязвимые участки в этой системе и определить «точку отсчета» возможной негативной трансформации химического состава вод озер под воздействием горно-обогатительного комбината.

Как показал мировой опыт разработки месторождений полезных ископаемых, несмотря на компактное складирование отходов производства, со временем происходит их распространение за границы лицензионных участков [2]. Миграция продуктов физического и химического выветривания отходов горнодобывающего производства происходит в результате разноса их ветром, размыва и растворения поверхностными и подземными водами, перемещения твердого материала в ходе склоновых процессов. Постепенно при дифференциации компонентов в толще твердых отходов в приповерхностных условиях накапливаются хорошо растворимые соединения, а растительность обогащается токсичными компонентами [3, 4]. Многие токсичные компоненты в растворе (например, цинк и кадмий) со временем переходят в опасную, наиболее доступную для биоты форму — аква-ионы [5].

Важнейшим агентом переноса загрязнений от горнодобывающих предприятий являются поверхностные и подземные воды. На территориях с развитием криолитозоны наряду с переносом веществ грунтовым потоком активизируется перенос токсичных веществ трещинно-жильными водами. Это связано с тем, что горнодобывающие предприятия в производстве используют большое количество воды, которая оказывает тепляющее влияние на многолетнемерзлые породы. В зонах интенсивной трещиноватости горных пород происходит деградация мерзлоты, формируются таликовые зоны, приращаемые для сточных вод [6].

На путях движения вод формируются протяженные потоки рассеяния, в местах разгрузки грунтовых вод наблюдается экзогенное минералообразование. Среди образующихся солей преобладают сульфаты железа, меди, цинка, свинца и других тяжелых металлов, которые хорошо растворимы в воде. Постепенно, в процессе многократного растворения (выпадения в осадок), они перемещаются к конечным бассейнам стока.

СТРОЕНИЕ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЙ СИСТЕМЫ ЕРАВНИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ

В гидрологическом плане территория Еравнинской котловины представляет собой самоорганизующуюся природную систему, в которой взаимно связаны разные типы поверхностных и подземных вод. Сток этих вод направлен с окружающих хребтов в котловину, которая большую часть года является бессточным бассейном. Вода скапливается в многочисленных больших и малых озерах, которые слабо связаны друг с другом, в силу чего нивелирования в химическом составе вод озер не происходит. Интенсивное испарение с поверхности еще в большей мере в геохимическом плане разделяет озера с разным типом питания.

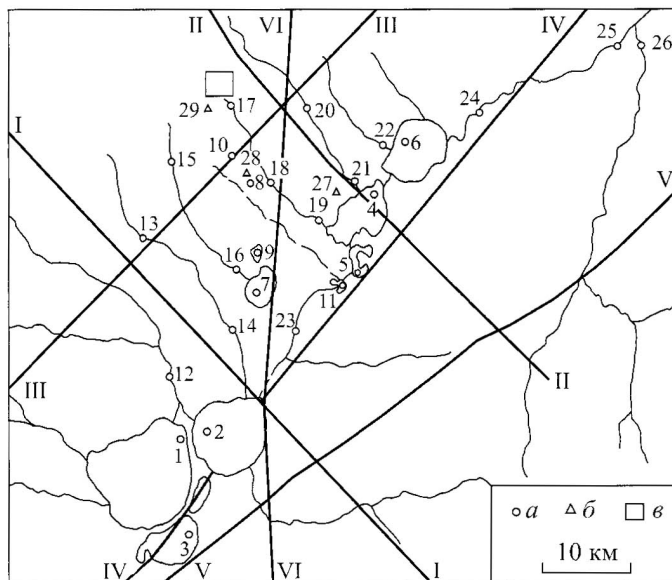
Таким образом, в химическом составе воды озер отражаются сложные взаимодействия между разными генетическими типами вод зоны активного водообмена. На функционирование этой гидрологической системы оказывало влияние геологическое, тектоническое строение территории, климат, наличие и мощность многолетнемерзлых пород, густота гидрографической сети, интенсивность водообмена и др. В результате сложного взаимодействия всех этих факторов и формируется гидрохимический облик Еравнинских озер. Во многих озерах Еравнинской котловины существует уникальная биота; биотические процессы, несомненно, оказывают влияние на трансформацию химического состава вод озер. Степень воздействия биоты на гидрохимический режим озер необходимо оценить. Но это в будущем, а в представленной работе внимание уделено воздействию факторов, связанных с геологическими особенностями территории.

Геологическое строение рудного узла и прилегающей территории — это результат длительного функционирования вулканоплутонической структуры. На территории Еравнинской природно-техногенной системы распространены вулканогенные образования палеозоя и мезозоя, которые ассоциируют с известняками, конгломератами, сланцами, песчано-глинистыми породами. В пределах котловины широко развиты четвертичные аллювиальные осадки и озерно-речные отложения. На месторождении имеются отвалы вскрышных пород и руды из разведочной штольни, на значительной поверхности нарушен почвенно-растительный горизонт.

Структурный план исследуемой территории создают разломы северо-восточного и северо-западного направлений, которые классифицируются как сбросы (см. рисунок). С северо-восточными разломами связаны основные рудные тела Озерного месторождения. Северо-западные разломы от-

Схема опробования поверхностных и подземных вод Еравнинской котловины.

а — места опробования поверхностных вод (1 — см. табл. 1, 2, 4); б — места опробования подземных вод; в — Озерное полиметаллическое месторождение. Глубинные разломы: I — Балкинский, II — Ульзутуй-Орловский, III — Байса-Толойский, IV — Еравно-Исинский, V — Иренга-Харасанский, VI — Центрально-Меридиональный.



значительно моложе северо-восточных. При деформации позднепалеозойских гранитоидов произошло их подновление, и была установлена новая система разломов — субмеридионального простирания. Мезозойская активизация вновь привела к подновлению разломов северо-западного простирания; к ним приурочена современная сеть дренажей района [7].

Каждая из систем разломов активна в определенное время (на разных стадиях развития вулканогорудонической структуры), поэтому имеет свои специфические геохимические черты. В силу этого временные трещинно-жильные воды, формирующие ресурсы и химический состав в пределах разрывных нарушений, обогащены разными по составу химическими элементами и соотношениями.

Еравнинская котловина занимает приподнятую (более чем на 900 м над ур. моря) часть крайнего северо-запада Витимского плоскогорья и расположена в области водораздела рек Витим (бассейн р. Лена) и Уда (бассейн оз. Байкал). С северо-запада котловина обрамлена отрогами хр. Зусы с абсолютными отметками 1346–1373 м, который в сторону котловины открывается пологими протяженными склонами. Протаивание мерзлоты южных, юго-восточных склонов, мощность которой достигает 1–1,5 м, происходит на глубину 2–2,5 м, с этим, вероятно, связана и относительно большая водообильность склонов хр. Зусы.

С этого хребта в сторону котловины стекают многочисленные водотоки, характерной чертой которых является значительная водообильность в верховье, в лесной зоне, и слабая (часто полное пересыхание) в нижнем течении, где господствуют степные ландшафты. Возможно, это связано с тем, что часть поверхностного стока переводится в подземный в пределах открытых разрывных нарушений северо-восточного направления, которые отделяют хребты от впадин. Гидрографическая сеть в пределах расположения Озерного месторождения слабо развита, представлена в основном водотоками с периодическим поверхностным стоком, наиболее крупные из них ручьи Прав. и Лев. Сурхебт, Ульзутуй, Гундуй-Холой. С юго-востока котловина ограничивается невысоким водоразделом рек Уда и Еравно с абс. отм. 1113–1226 м. В сторону котловины стекают две речки — Домная (впадает в оз. Мал. Еравно), Дымшикта (впадает в р. Холой на выходе ее из Еравнинской котловины).

Реки, ручьи и озера замерзают во второй половине октября. Вскрываются в первой половине мая. Основной источник питания рек — атмосферные осадки, которые выпадают в основном в теплое время года. Их количество составляет 325 мм/год. Снежный покров невелик, талые воды имеют незначительное значение в питании средних и малых рек. Дождевое питание составляет 88 %, питание за счет талых вод — 9, грунтовое — около 3 % годового стока.

Большая часть территории относится к зоне средней водности, где модуль стока составляет 1–5 л/с·км². Благоприятные условия для поверхностного стока обусловлены расчлененным рельефом повсеместным распространением многолетней мерзлоты. Водность рек всецело зависит от режима выпадения осадков. Весной и в первой половине лета реки маловодны. Хотя весной и наблюдается некоторый подъем воды по сравнению с зимними месяцами, однако больших весенних паводков здесь нет из-за незначительной мощности снежного покрова. Следует отметить, что снег сходит раньше, и раньше вскрываются реки.

В первой половине лета, когда испарение уже значительно, а дождей еще нет, на реках наблюдается межень. Небольшие реки сильно мелеют, а некоторые из них на отдельных участках пересыхают. Паводки на реках наблюдаются во второй половине лета, в период дождей, когда выпадает максимальное количество осадков (июль–август).

В толще многолетнемерзлых пород сформированы таликовые зоны, которые связаны с разрывными нарушениями и озерами. По сквозным таликам происходит разгрузка подмерзлотных вод, которые обнаруживаются во многих местах на юго-восточных склонах хребта и вскрыты скважинами. Так, в местности Амбар-Нур скважина вскрыла напорные воды с дебитом 1,1 л/с на глубине 115 м. Геологический разрез здесь представлен глиной, обломочным материалом кристаллических пород, глинисто-карбонатными сланцами, трещиноватым доломитизированным известняком. Водоносный горизонт мощностью 86 м связан со сланцами и известняками. Питание этого водоносного горизонта осуществляется за счет бокового притока из соседних водоносных зон, занимающих более высокие гипсометрическое положение. Разгрузка подземных вод осуществляется в водоносные горизонты, находящиеся ниже его по направлению к региональному базису дренирования и в озера.

Озерная система вытянута с юго-запада на северо-восток на 70 км, она насчитывает 10 крупных и более 200 мелких озер, слабо связанных друг с другом. Наиболее крупные озера — Бол. Еравное (104 км²), Мал. Еравное (60,5 км²), Исинга, Сосновое, Бол. и Мал. Харга, Гунда и другие, площади которых около 50 км². По мнению М. М. Кожова, они расположены на месте больших древних озер, о чем свидетельствуют постплиоценовые отложения глин, песков и гальки на 15–20 м выше их современного уровня [8].

Большинство Еравнинских озер в настоящее время бессточные, только из самого восточного озера Исинга вытекает р. Холой. Расход воды при подъеме уровня происходит за счет стока в р. Витим по межозерным протокам и р. Холой, в остальную часть года — за счет испарения, которое благодаря большой площади озер и небольшой их глубине, довольно значительно [9].

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО ОБЛИКА ОЗЕР

Еравнинские озера, несмотря на компактное расположение, имеют значительные различия в качественном и количественном составе растворенных веществ (табл. 1 и 2). Среди наиболее минерализованных выделяется группа озер, расположенная в пределах геохимического воздействия порода Центрально-Меридионального разлома, по которому, вероятно, поступают трещинно-жильные воды специфического геохимического облика (Мал. Еравное, Гунда, Эхсенд, Сурхехт) (см. рисунок).

В этих озерах в анионном составе доминирует гидрокарбонат-ион, а в катионном составе — натрий. Вода озер имеет наиболее щелочную реакцию среды, а в оз. Эхсенд величина рН достигает аномально высоких значений — 10,3. Возможно, это связано с тем, что по разлому поступает углекислый газ, под воздействием которого и образовались содовые воды. В трех озерах — Мал. Еравное, Гунда, Сурхехт — зафиксировано аномально высокое содержание фтора. В озерах Мал. Еравное и Гунда высокое содержание калия, лития, стронция, которые, как известно, часто накапливаются в растворе при взаимодействии вод с метасоматическими породами [10].

По материалам разведочного бурения метасоматически измененные породы, располагающиеся в зоне этого разрывного нарушения, представлены кварц-мусковитовыми разностями с флюоритом, литиевыми слюдами и некоторыми рудными минералами. Такое явное влияние Центрально-Мериди-

Таблица 1

Макросостав химических элементов озер Еравнинской котловины, мг/л

Озеро, номер на рисунке	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ²⁻	H ₂ SiO ₃	pH	Общая минерализация
Бол. Еравное, 1	15,40	14,03	9,72	97,6	15,0	0,59	1,4	0,6	16,6	9,6	165,0
Мал. Еравное, 2	52,65	10,02	17,01	173,9	22,5	5,6	4,9	10,1	18,2	9,5	308,6
Сосновое, 3	41,40	14,03	15,8	186,1	9,0	0,87	14,5	0,01	14,5	8,9	291,6
Бол. Харга, 4	22,53	20,04	7,29	143,4	3,0	0,37	4,2	0,25	9,4	8,4	207,4
Мал. Харга, 5	21,61	37,68	11,30	210,5	3,0	0,75	5,6	2,73	28,8	8,4	312,9
Исинга, 6	28,05	22,65	8,26	152,5	4,5	0,51	12,7	0,47	7,1	8,5	234,6
Гунда, 7	37,24	21,04	18,84	210,5	3,0	4,67	14,5	0,98	2,7	8,7	312,5
Сурхехт, 8	67,1	14,0	11,9	204,4	12,0	6,4	21,6	1,1	24,8	8,9	356,2
Эхсенд, 9	49,8	12,0	81,4	207,4	121,5	0,74	71,6	1,6	21,6	10,3	561,0
Яйцо, 10	17,2	9,6	5,2	67,1	16,5	0,46	0,7	0,01	2,2	9,7	119,1
Хынтер, 11	3,9	30,0	6,1	134,2	1,0	0,33	0,7	0,6	73,0	7,4	223,0
Среднее	32,44	18,64	17,52	162,5	19,2	1,93	13,8	1,68	20,0	8,9	281,1
Байкал	9,89	16,03	3,65	85,42	0,01	0,26	1,4	0,01	8,1	7,7	125,5

Таблица 2

**Содержание редких щелочных и щелочноземельных элементов в поверхностных и подземных водах
Еравнинской котловины, мкг/л**

Озеро, номер на рисунке	K ⁺	Li ⁺	Rb ⁺	Cs ⁺	Sr ²⁺	Ba ²⁺
Бол. Еравное, 1	2787,75	6,99	2,11	0,117	178,49	60,14
Мал. Еравное, 2	7872,66	10,56	2,61	0,004	237,64	43,39
Бол. Харга, 4	1984,92	3,28	0,90	0,005	131,48	135,65
Мал. Харга, 5	3939,42	8,41	1,60	0,002	316,65	102,89
Исинга, 6	3889,24	4,98	1,29	0,006	201,31	97,14
Гунда, 7	9251,04	3,30	1,23	0,005	238,76	243,93
Среднее	3427,75	6,25	1,62	0,023	217,39	113,86
Льважина, подмерзлотные воды, 27	2430,46	27,75	0,52	0,001	555,86	117,77
Льважина, трещинно-жильные воды, 29	741,58	30,48	0,33	0,057	439,07	28,99
Байкал	1120,54	2,51	0,59	0,008	103,32	18,47

Локального разлома на химический состав вод озер объясняется тем, что система меридиональных разрывных нарушений связана с формированием гребневидных выступов гранитов, которые имеют наиболее высокие абсолютные отметки в рельефе. Соответственно трещинно-жильные воды, формирующие ресурсы в пределах этого открытого разрывного нарушения, имеют наиболее высокий гидростатический напор, интенсивный водообмен и вносят значительный вклад в химический состав минеральных вод.

Ульзутуй-Орловский разлом северо-западного простирания оказывает влияние на озеро Бол. Харга, где зафиксированы наиболее высокие содержания таких микроэлементов, как хром, никель, медь и свинец. Возможно, это влияние проявляется не путем разгрузки трещинно-жильных вод в озеро, а в результате стекания поверхностных водотоков, русла которых заложены по этому разрывному нарушению.

Из разломов северо-восточного направления на гидрохимический облик вод оказывает влияние Еравно-Исингинский (Удино-Витимский) разлом, в пределах которого располагаются котловины озер Среднее, Мал. Еравное, Мал. Харга и водосборная площадь оз. Исинга. Этот разлом был активным в период формирования Озерного месторождения, и полиметаллическая ассоциация химических элементов проявляется во вмещающих его породах. Геохимическая специализация разлома проявляется только в воде оз. Исинга (табл. 3). Содержание цинка в этом озере достигает максимальных значений из всех опробованных нами озер Еравнинской котловины. Представляется, что такое исключительное воздействие Еравно-Исингинского разлома на микроэлементный состав этого озера связано с гидрогеологической ситуацией в данном районе.

Под озерами сформированы сквозные талики, которые пронизывают всю толщу многолетнемерзлых пород. Известно, что движение воды в таких таликах может быть как восходящим, так и нисходящим. Еравно-Исингинский разлом, который представляет собой зону с относительно большей

Таблица 3

Содержание тяжелых металлов в озерах и подземных водах Еравнинской котловины, мкг/л

Элементы	Озера							Воды		Байкал
	Бол. Еравное	Мал. Еравное	Бол. Харга	Мал. Харга	Исинга	Гунда	Среднее	подмерзлотные	трещинно-жильные	
As	1,05	2,89	0,96	1,51	0,60	0,78	1,3	0,22	0,13	0,37
Cr	0,31	0,25	0,40	0,28	0,51	0,22	0,33	0,25	0,17	0,18
Co	0,16	0,11	0,16	0,16	0,14	0,09	0,14	0,29	0,77	0,04
Ni	0,67	0,43	0,62	0,83	0,64	0,26	0,57	0,31	0,28	0,21
Pb	0,61	0,50	0,92	0,47	1,49	0,52	0,75	0,43	0,58	0,41
Zn	2,66	1,28	3,00	4,63	6,26	3,25	3,51	1,67	1,84	1,09
Mn	0,71	1,92	0,63	1,70	0,65	1,31	1,15	0,43	0,39	1,31
Fe	0,017	0,025	0,022	0,011	0,169	0,008	0,042	0,014	0,019	0,012
Al	0,010	0,010	0,016	0,040	0,080	0,010	0,028	0,01	0,67	0,050
Ca	0,42	0,37	0,48	0,28	0,87	0,13	0,42	0,09	0,10	0,27
Mg	0,37	0,97	0,25	0,86	0,23	1,04	0,62	4,62	1,39	0,52

Макрокомпонентный состав поверхностных водотоков в пределах водосбора Еравнинской котловины, мг/л

Водоток, номер на рисунке	Приймающий водоем	Q, дм ³ /с	К + Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃	SO ₄ ²⁻	F ⁻	Cl	NO ₃ ⁻	H ₂ SiO ₃	pH	Общая минерализация
Тулун, 12	Бол. Еравное	180,0	9,2	9,0	3,65	67,1	0,2	0,24	1,4	0,62	21,0	7,8	104,9
Суба, верховье, 13	Мал. Еравное	30	5,5	14,0	7,29	91,5	0,2	0,13	1,4	0,1	16,6	7,6	130,5
Суба, устье, 14	»	75	42,7	12,0	7,05	73,2	0,2	0,27	1,4	111,6	19,3	7,8	260,8
Гундуй-Холой, верховье, 15	Гунда	25	25,9	8,0	0,01	91,5	0,5	0,18	2,1	0,16	15,6	7,3	139,3
Гундуй-Холой, устье, 16	»	1	8,0	15,6	6,44	97,6	0,2	0,21	2,1	0,52	14,1	7,5	139,7
Лев. Сурхебт, верховье, 17	Бол. Харга	54	0,9	20,0	2,43	56,7	12,5	0,11	1,4	0,1	7,3	7,7	98,7
Лев. Сурхебт, середина, 18	»	83	10,1	10,6	0,97	48,8	10,1	0,23	1,0	0,1	41,2	5,2	107,8
Лев. Сурхебт, низовье, 19	»	90	6,4	22,6	3,04	90,3	6,2	0,13	1,7	0,1	23,7	8,0	145,6
Улзыта, середина, 20	»	125	5,9	24,0	4,01	105,5	0,2	0,16	1,4	1,07	20,9	8,2	155,5
Улзыта, устье, 21	»	90	18,6	24,6	4,62	122,0	0,2	0,08	1,4	17,3	18,6	8,4	203,6
Амбар-Нур, 22	Исинга	30	7,1	22,6	3,65	97,6	0,2	0,09	1,4	0,13	7,5	8,4	140,7
Холой, верховье, 23	Витим	75	4,6	10,0	8,51	79,3	5,3	0,36	0,7	0,32	4,2	7,7	112,9
Холой, середина, 24	»	300	8,5	10,0	3,65	68,9	0,2	0,16	1,4	0,1	7,2	7,4	97,7
Холой, низовье, 25	»	3200	7,3	10,0	3,65	67,1	0,2	0,22	1,4	0,1	1,8	7,8	92,2
Дымишкта, 26	Холой		8,0	9,6	3,65	67,1	0,2	0,2	1,4	0,1	18,3	7,8	102,0
Среднее			11,2	14,8	4,7	81,6	2,4	0,18	1,2	8,8	15,8	7,6	135,5

проницаемостью пород, в пределах озерной котловины играет роль проводящего канала для поверхностных вод, посредством которого устанавливается гидравлическая связь с подмерзлотными водами и происходит инфильтрация озерных вод. А в районе оз. Исинга разлом проходит вне озерной котловины за пределами подозерной таликовой зоны.

Раздробленные и метасоматически измененные породы в верхней части озерной котловины подвергаются интенсивному физическому и химическому выветриванию, чему способствуют интенсивно протекающие мерзлотные процессы. Подготовленные к миграции тяжелые металлы, в форме хорошо растворимых в воде соединений, перемещаются вниз по склону за счет солифлюкции и сносятся временными водотоками в озеро. В какой-то мере такое воздействие оказывается и на оз. Мал. Харга, но в его пределах разлом проходит по низине и активного движения воды и пород в сторону озера не происходит.

Некоторые озера располагаются в зоне влияния подмерзлотных вод, которые характеризуются относительно повышенным содержанием урана, стронция (см. табл. 2 и 3). Представляется, что озера Мал. Еравное, Гунда, Мал. Харга испытывают такое влияние в большей мере, чем другие. Однако в настоящее время это не проявляется, так как подмерзлотные воды маломинерализованные.

Поверхностный сток в озера является основным поставщиком растворенных веществ. Этот компонент приходной части водного баланса озер будет оказывать наибольшее негативное воздействие на химический состав их вод при эксплуатации ГОКА. Поэтому необходимо обратить особое внимание на эту составляющую формирования водных ресурсов озер. В табл. 4 приведен макрокомпонентный состав основных водотоков исследуемой территории.

Поверхностные водотоки имеют в основной массе малую минерализацию (в среднем 135,5 мг/л). Вытекающая из Еравнинской котловины р. Холой характеризуется еще более низкой минерализацией. В настоящее время химический состав воды реки формируется при участии солей, приносимых атмосферными осадками, и в результате взаимодействия вод с породами на безрудной площади. Река Дымишкта по минерализации и химическому составу вод близка к р. Холой, она является фоновым объектом для этой территории.

Проведенное нами исследование выявило влияние хозяйственной деятельности

районе месторождения на химический сток руч. Лев. Сурхебт, водосбор которого включает техногенное нарушение пород в районе разведочной штольни. В этом месте на поверхности почв и растительности отмечаются выцветы солей. Химический анализ этих образований показал присутствие сульфат-иона, кальция, магния, цинка, кобальта. Рентгено-структурный анализ позволил выявить присутствие гипса, старкиита, госларита, эплоуита.

В среднем течении ручья, где он дренирует отвалы разведочной штольни, нами зафиксированы воды с кислой реакцией среды. Во всех точках наблюдения отмечены повышенные относительно фона содержания сульфат-иона. Принимающим этот ручей водным объектом является оз. Бол. Харга, поэтому озеро и в будущем будет подвергаться негативному влиянию поверхностного стока с объектов ГОКа. Не исключается негативное влияние поверхностного стока с объектов ГОКа и на озера Яйцо, Сурхебт, Эксенд, Гунда и Мал. Еравное, так как в них поступает сток с водосборной площади, расположенной вблизи лицензионного участка ГОКа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Озера Еравнинской котловины представляют собой природную гидролого-гидрохимическую систему, которая чутко реагирует на изменяющуюся геоэкологическую ситуацию. Формирование ресурсов и химического состава вод озер происходит в результате выпадения атмосферных осадков, поверхностного стока и разгрузки трещинно-жильных и подмерзлотных вод в их акватории. Озера в разной степени формируют свои ресурсы этими водами, поэтому наблюдаются значительные различия в их химическом составе. Наибольшее влияние на химический состав вод озер оказывают трещинно-жильные воды, химический облик которых определяется геохимической специализацией разрывных нарушений, активных на разных стадиях формирования оруденения района.

Техногенные процессы, связанные с разведкой и эксплуатацией Озерного полиметаллического месторождения уже сейчас проявляются в поверхностном стоке ручьев. Длительное функционирование Озерного ГОКа, несомненно, скажется на изменении химического состава вод ряда озер, наибольшей угрозой загрязнения существует для таких крупных озер, как Бол. Сурхебт, Гунда, Мал. Еравное.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Кислов Е. В., Плюснин А. М. Экологические проблемы освоения свинцово-цинкового месторождения Озерное (Западное Забайкалье) // География и природ. ресурсы. — 2009. — № 2. — С. 37–43.
1. Salomon W., Furstner U. Metals in the hydrosphere. — Berlin: Springer Verlag, 1984. — 349 p.
2. Плюснин А. М., Гунин В. И. Природные гидрогеологические системы, формирование химического состава и реакция на техногенное воздействие (на примере Забайкалья). — Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2001. — 137 с.
3. Smirnova O. K. Cleaning of molybdenite and sulfide-hubnerite ores as technogenic deposits // Geol. and resourc. — 2010. — Vol. 19, supp. 1. — P. 25–27.
4. Бортникова С. Б., Гаськова О. Л., Айриянц А. А. Техногенные озера: формирование, развитие и влияние на окружающую среду. — Новосибирск: Гео, 2003. — 120 с.
5. Алексеев С. В. Криогидрогеологические системы Якутской алмазонасной провинции. — Новосибирск: Гео, 2009. — 319 с.
6. Нефедьев М. А. Объемная модель и оценка перспектив Озернинского рудного узла по геофизическим данным (Западное Забайкалье). — Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2009. — 184 с.
7. Кожов М. М. Пресные воды Восточной Сибири (бассейн Байкала, Ангары, Витима, верхнего течения Лены и Нижней Тунгуски). — Иркутск: Иркут. обл. гос. изд-во, 1950. — 368 с.
8. Мухина Л. И. Витимское плоскогорье (природные условия и районирование). — Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1965. — 135 с.
9. Плюснин А. М., Толочко В. В. Отображение гидрогеохимическим методом полистадийных рудных месторождений // Докл. АН СССР. — 1991. — Т. 320, вып. 2. — С. 445–449.

Поступила в редакцию 4 октября 2011 г.